



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

## TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

		Application Number	10/647,616
		Filing Date	August 25, 2003
		First Named Inventor	Enrique TRIVELLI
		Art Unit	
		Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission		Attorney Docket Number	40043.0003

### ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	1) Letter (1 page)
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	2) English translation of priority document.
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	<input type="checkbox"/> Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

### SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Rachel S. Watt, Patent Agent, Reg. No. 46,186 Hodgson Russ LLP
Signature	
Date	November 26, 2003

### CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name	Rachel S. Watt		
Signature		Date	November 26, 2003

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



**Attorney Docket No.: 40043.0003**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant :	Enrique TRIVELLI
Serial No. :	10/647,616
Filing Date :	August 25, 2003
Title :	COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH INNER LINING RESISTANT TO AGGRESSIVE AGENTS, METHOD FOR MANUFACTURING SAID PIPE AND USE THEREOF

**LETTER**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this paper is being deposited this date with the U.S. Postal Service as first class mail addressed to Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, V.A. 22313-1450.

**Rachel Watt**

Name of person signing the certification

**November 26, 2003**

Signature

Date

Sir:

Applicant respectfully submits herewith a certified copy of Argentine patent application no. P 02 01 03202, which was filed in Argentina on August 26, 2002, and to which the above-identified U.S. patent application claims priority. Applicant also submits herewith an English translation of the priority document.

Respectfully submitted,  
HODGSON RUSS LLP  
Attorneys for Applicant(s)

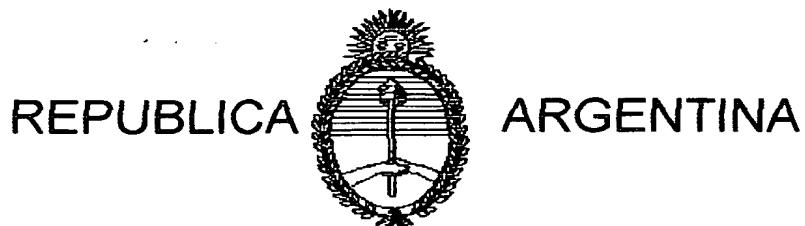
By

Rachel S. Watt  
Patent Agent  
Reg. No. 46,186

Date: November 26, 2003

HODGSON RUSS LLP  
One M&T Plaza  
Suite 2000  
Buffalo, NY 14203-2391  
Tel: (716) 856.4000

Enclosures: Certified Copy of Priority Document  
English Translation of Priority Document



Ministerio de Economía  
y Obras y Servicios Públicos  
Instituto Nacional de la Propiedad Industrial

## CERTIFICADO DE DEPOSITO

ACTA N° P 02 01 03202

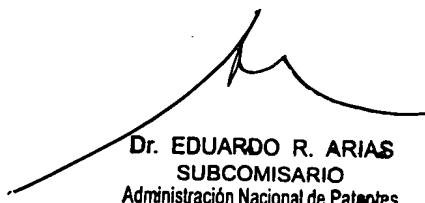
El Comisario de la Administración Nacional de Patentes, certifica que con fecha 26 de AGOSTO de 2002 se presentó a nombre de FORMAR S.A., con domicilio en BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA (AR).

una solicitud de Patente de Invención relativa a: "TUBO COMPUESTO FORMADO POR UN TUBO METALICO EN CUYO INTERIOR SE ENCUENTRA UN REVESTIMIENTO RESISTENTE A AGENTES AGRESIVOS, PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACION, Y USO DE DICHO TUBO."

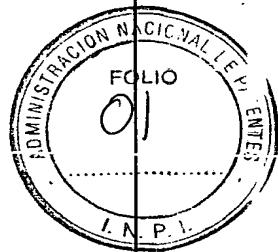
cuya descripción y dibujos adjuntos son copia fiel de la documentación depositada en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial.

Se certifica que lo anexado a continuación en fojas DIECINUEVE es copia fiel de los registros de la Administración Nacional de Patentes de la República Argentina de los documentos de la solicitud de Patentes de Invención precedentemente identificada.

A PEDIDO DEL SOLICITANTE Y DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN LA CONVENCION DE PARIS (LISBOA 1958), APROBADO POR LEY 17.011, EXPIDO LA PRESENTE CONSTANCIA DE DEPOSITO EN BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA, A LOS ONCE DIAS DEL MES DE SEPTIEMBRE DE 2003.



Dr. EDUARDO R. ARIAS  
SUBCOMISARIO  
Administración Nacional de Patentes



# Memoria Descriptiva de la Patente de Invención

Sobre:

"TUBO COMPUESTO FORMADO POR UN TUBO METÁLICO EN CUYO  
INTERIOR SE ENCUENTRA UN REVESTIMIENTO RESISTENTE A  
AGENTES AGRESIVOS, PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACIÓN,  
Y USO DE DICHO TUBO"

SOLICITADA POR:

FORMAR S.A.

CON DOMICILIO EN:

Av. Vélez Sarsfield N° 602, C1282AFT Buenos Aires - ARGENTINA

POR EL PLAZO DE veint AÑOS



La presente invención se refiere a un tubo compuesto formado por un tubo metálico con revestimiento interior de material plástico, con resistencia al ataque por agentes agresivos dada por las características del material plástico pero con resistencia a la presión interior y exterior definida principalmente por las características del tubo metálico.

La presente invención también se refiere a un procedimiento para producir dicho tubo compuesto.

Actualmente el revestimiento interior de tubos metálicos, por ejemplo de cañerías de acero, es un trabajo muy laborioso y caro, que en general se hace en base a pinturas del tipo nylon o epoxi con curado a baja temperatura, aproximadamente 65°, siendo la resina aplicada en forma pulverulenta con sistemas electroestáticos y de calefacción, llevando al tubo aproximadamente a una temperatura de 200°, o bien epoxis fenólicos que son curados a una temperatura de aproximadamente 220°.

El problema de las pinturas es:

- 1.- Hay que preparar las superficies por arenado o granallado, para obtener una calidad de superficie limpia a grado 2 1/2 de la norma sueca para limpieza del acero. Esto es acero casi blanco y con una rugosidad superficial que favorezca el anclaje de la pintura.
- 2.- La aplicación del revestimiento se realiza en una o más capas según el producto a utilizar, con su correspondiente



curado en cada una de las capas, para lograr un espesor que oscila entre 250 y 350 micrones. Para espesores mayores el revestimiento se vuelve quebradizo y sensible a las deformaciones que el tubo sufre con el manipuleo, mayormente flexión, dado que la longitud de los tubos oscila entre 11 y 13 m.

3.- En general los tubos se almacenan hasta su utilización en estibas. Para cargarlos de las estibas o en el momento de su utilización no siempre se dispone de elementos adecuados para su movimiento y es común que se haga palanca de una punta para levantarlos y pasar una eslinga o para moverlos, con el consecuente deterioro de la película de revestimiento, que dado su espesor ante cualquier esfuerzo deja expuesto al acero o disminuye sensiblemente el espesor de película protectora.

4.- En algunos casos el fluido destinado a circular por el tubo arrastra sólidos en suspensión, que al cabo de un tiempo erosionan a la película de revestimiento y reducen drásticamente la vida útil del revestimiento, dado su bajo espesor.

Todas estas dificultades, fueron haciendo que los usuarios se vuelquen a otro tipo de tubos, que por la resistencia química del producto con que están fabricados son más seguros en sus resultados, por ejemplo, resinas termofraguadas reforzadas con fibra de vidrio.



Estos tipos de tubos permiten su vinculación únicamente por rosca o brida. Como los fluidos se transportan a presión entre 20 y 140 kg/cm<sup>2</sup>, el espesor de pared necesario en estos tipos de materiales hace que su costo sea igual o mayor al del tubo de acero revestido, con el agravante de que estos materiales no tienen buena resistencia al colapso por presión externa ni a la fatiga por flexión, ya que la resistencia a la presión interna la logran por el enmallado de fibra de vidrio cruzado fijado con la resina.

Otros materiales plásticos resistentes a los ataques agentes agresivos son los polialquilenos, cuyas limitaciones de temperatura serían:

- 1.- Hasta 70 grados de servicio polietileno,
- 2.- Hasta 100 grados de servicio polipropileno,
- 3.- Hasta 140 grados de servicio resinas termofraguadas reforzadas con fibra de vidrio.

Los tubos de estos materiales plásticos adolecen del inconveniente que para los espesores normalizados no tienen suficiente resistencia a la presión interna. En la mayoría de los casos su resistencia a la presión interior no supera 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Este problema podría ser resuelto mediante una armadura exterior metálica, pero estos tubos de material plástico con refuerzo exterior metálico, por ejemplo de alambre trenzado o espiralado, no son adecuados para construir cañerías de gran

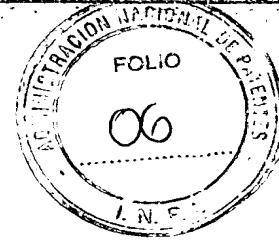


longitud (varios kilómetros) formados por tramos de 11 a 13 m. unidos entre sí, lo cual solamente podía lograrse en forma práctica con tubos metálicos con o sin costura.

En consecuencia surgía el problema de combinar un tubo prefabricado de material plástico de espesor no mayor que el necesario para resistir el ataque por agentes agresivos, con un tubo metálico, para obtener un tubo compuesto con buena resistencia a la corrosión y al ataque por otros agentes agresivos, químicos y/o mecánicos, que pudiera ser cumplida por el material plástico y que además presente una resistencia tanto a la presión interior como al aplastamiento por agentes externos, que pudiera ser cumplida por el tubo metálico.-

A ésto se agregaba el problema del montaje de una cañería a partir de tubos metálicos revestidos interiormente con material plástico, los cuales por medio de manguitos o retenes montados en la zona de unión, presenten una superficie interior totalmente lisa.

Se ha propuesto ya realizar estos tubos compuestos mediante la introducción de un tubo prefabricado de material plástico dentro de un tubo metálico, con suficiente holgura entre los tubos para permitir esta introducción sin mayor dificultad, rellenando luego dicha holgura con material adecuado. Sin embargo, cuando los tubos metálicos son de gran diámetro frecuentemente es difícil obtener tubos de material plástico de dimensiones suficientemente grandes, o el costo

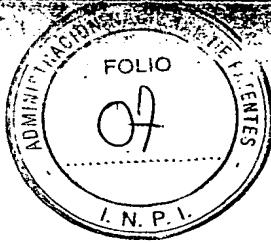


del herramiental necesario para extruir estos tubos de material plástico de gran diámetro puede ser tan grande que anula las ventajas obtenidas por la técnica anterior.

El problema planteado se resuelve conforme a la presente invención mediante un tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento resistente a agentes agresivos, particularmente de material plástico, el cual se caracteriza porque el revestimiento interior está constituido por una manga prefabricada de material plástico expandida dentro del tubo metálico contra su superficie interior, con interposición de un medio adhesivo y transmisor de esfuerzo mecánico capaz de transmitir presión interior en la manga de material plástico al tubo metálico y de impedir el colapso de la manga de material plástico en ausencia de presión interior.

Una manga de material plástico puede fabricarse por métodos convencionales, por ejemplo extrusión y soplado, con diámetros y espesores de tamaño suficiente, y a un costo relativamente reducido.

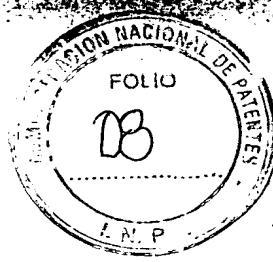
La manga de material plástico prefabricada puede tener el espesor más conveniente para resistir durante el tiempo que fuera necesario el ataque agresivo por agentes químicos y/o mecánicos en los fluidos destinados a circular por una cañería a construir con los tubos compuestos según la presente invención, siempre que conserve suficiente flexibilidad para



ser expandida contra la superficie interior del tubo metálico. Por otra parte, el componente exterior metálico del tubo compuesto tendrá el espesor más conveniente para resistir la presión interior del fluido destinado a circular por la cañería, y las solicitudes de aplastamiento por agentes exteriores.

El procedimiento de fabricación de un tubo compuesto según la presente invención se caracteriza por introducir una manga prefabricada de material plástico dentro de un tubo metálico, con interposición de un medio adhesivo y transmisor de esfuerzo mecánico.

En una primera variante de realización del procedimiento inventivo, la manga prefabricada de material plástico tiene un perímetro exterior igual o menor que el perímetro interior del tubo metálico, dicha manga prefabricada de material plástico, en estado sustancialmente aplastado o poco expandida se aprisiona por uno de sus extremos y se arrastra al interior del tubo metálico, habiendo aplicado previamente un adhesivo sobre su superficie exterior o aplicando el adhesivo a medida que avanza dentro del tubo metálico, una vez que la manga prefabricada de material plástico está introducida totalmente o al menos en su mayor extensión dentro del tubo metálico, se obturan sus dos extremos y se la expande mediante presión interior hasta que apoye uniformemente contra la superficie interior del tubo metálico, manteniendo la presión hasta el



curado del adhesivo.

Según otra variante del procedimiento inventivo se elige para la manga de material plástico un material suficientemente flexible para almacenar dicha manga en una bobina, dicha manga es desenrollada de una bobina por medio de un tren de rodillos cuyo primer par de rodillos es de tracción y se encuentran próximos a la bobina y comprimen la manga para mantenerla en estado aplastado, teniendo a continuación un par de rodillos formadores que presenta rodillos congruentes cuyas generatrices son respectivamente cóncava y convexa, entre los cuales la manga es curvada en forma aproximadamente semicircular, introducida en el tubo metálico por medio de la impulsión del mismo tren de rodillos hasta sobresalir el extremo de la manga por el extremo opuesto del tubo metálico; siendo a continuación cortada la manga aun plegada en forma semicircular entre el tubo metálico y el tren de rodillos de manera que el correspondiente extremo sobresalga del tubo metálico; siendo la manga desplegada parcialmente por ambos extremos sobresalientes, obturada por ambos extremos ya desplegados, llenada con un fluido, calentada con dicho fluido que se encuentra a temperatura suficiente para impartir a la manga suficiente flexibilidad para su expansión y finalmente la manga es expandida contra la superficie interior del tubo metálico mediante dicho fluido bajo presión hidráulica.

La invención será ilustrada en base al ejemplo de



realización que se describe a continuación:

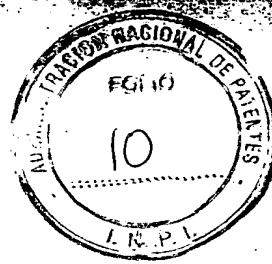
Se hace uso de una manga de material plástico flexible 91, enrollada en estado plegado en una bobina 92.

El perímetro exterior de la manga 91 es menor o igual que el perímetro interior del tubo metálico. La manga de material plástico flexible 91, en estado plegado, se desenrolla de la bobina 92 mediante un tren de rodillos 93 constituido por al menos dos pares de rodillos, estando el primer par de rodillos 94, próximo a la bobina 92, constituido por rodillos cilíndricos 95, 95' mutuamente opuestos que aprietan entre sí a la manga 91, y por al menos un segundo par de rodillos formadores constituido por un rodillo superior 97 de forma convexa y un rodillo inferior 97' de forma cóncava congruente, siendo moldeada la manga de material plástico en el intersticio definido entre ambos rodillos 97, 97' hasta tomar una forma curvada, aproximadamente semicircular.

El tubo metálico 2 está fijado sobre una mesa de trabajo no ilustrada de manera que uno de sus extremos se encuentre en la proximidad y alineado con la salida de manga del tren de rodillos 53.

El tren de rodillos 93 desenrolla a la manga 91 de la bobina 92 y la impulsa dentro del caño metálico 2 hasta que la manga sobresalga por el extremo opuesto.

A continuación se detiene al tren de rodillos 93, se secciona la manga 91 entre el tubo metálico y el tren de



rodillos, particularmente en la proximidad del extremo correspondiente del caño metálico 2, se despliega los respectivos extremos que aun se encuentran en forma plegada semicircular, y se obtura ambos extremos del tubo de plástico con respectivas bridales 61, 61'. La etapa siguiente del procedimiento consiste en el calentamiento de la manga de material plástico, ya introducida en el tubo metálico, mediante fluido de calentamiento, posterior expansión de la manga de plástico 91 mediante la aplicación de presión mediante el mismo fluido de calentamiento y enfriamiento de la manga de plástico bajo la presión del mismo fluido.

Alternativamente, una vez terminada la etapa de calentamiento y aplicación de presión para adaptar la manga de material plástico al interior del tubo metálico, se corta el fluido de calentamiento y se lo reemplaza por aire comprimido, manteniendo así la presión del recinto durante el enfriamiento a través de las paredes de la manga de material plástico.

Esta alternativa permite en particular el uso de mangas de espesores más finos.

#### **Ejemplo de aplicación:**

Se construyó una cañería con tubos compuestos según la presente invención, para conducción de petróleo, y se comparó su comportamiento con una cañería de referencia construida por técnicas convencionales.

La cañería de referencia tenía una longitud de 1.800 m y



transportaba una mezcla de petróleo y agua de formación sobre una elevación de aproximadamente 100 metros por encima del nivel de la estación de bombeo.

El caño de acero era de 30 cm de diámetro, 6,35 mm de espesor de pared. Estaba revestido con nylon 11 de un espesor de 250  $\mu\text{m}$ . Previo a la puesta en marcha, el revestimiento fue dañado en un intento de remover de la línea piedras y canto rodado pasando un taco raspatubos.

Después de cuatro meses de servicio aproximadamente, la línea se perforó por corrosión localizada en la cresta de la elevación.

La zona de máxima elevación experimentó severa corrosión en los puntos en que el revestimiento fuera dañado. La corrosión fue menos evidente en otros lugares, menos elevados, que los del sector dañado. La línea transportaba un caudal de 6000  $\text{m}^3$  por día a una presión de trabajo de 30  $\text{kg}/\text{cm}^2$  y a 30°C.

#### EXAMEN PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS DE CAÑERÍA:

Se examinaron paneles extraídos de la cañería en cuestión. La evaluación microscópica del revestimiento de nylon 11 en los paneles mostró que hay buena adherencia al substrato metálico. Cuando el revestimiento fue separado del acero, la superficie de acero estaba libre de contaminación o corrosión y poseía un perfil de granallado bien definido. La sección transversal del revestimiento reveló alrededor de un 5% de porosidad en celdas cerradas con poros de hasta 25  $\mu\text{m}$  de



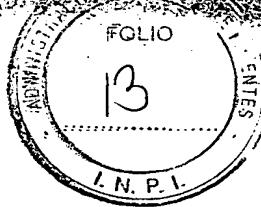
diámetro.

El revestimiento ha sufrido daño mecánico que ocasionó rayaduras en el revestimiento que penetraron hasta el metal. Una rayadura en el revestimiento que media 10 mm de largo por 3 mm de ancho fue examinada bajo la lupa estereoscópica. Cuando el revestimiento fue retirado se encontró que debajo del mismo se había formado un hoyo de corrosión circular que media 10 mm en diámetro y 3 mm de profundidad. La base del hoyo era redondeada con paredes "escalonadas".

El producto de la corrosión existente en el hueco era una masa marrón y negra que entra en efervescencia ligeramente en ácido acético al 10% indicando la presencia de carbonato de hierro III base. El producto de la corrosión era parcialmente soluble en 10% de ácido clorhídrico.

La materia oscura era ferromagnética y consistía en cristales delgados en forma de aguja que pudieran haber sido el resultado de una corrosión selectiva en ciertas fases del acero. El hoyo también contenía una pequeña cantidad de tierra.

Cuando se removió la capa superior del producto de corrosión en el hoyo, se encontró una capa más oscura vidriosa en contacto con el acero. La mitad del hoyo y el acero circundante se cortó de la muestra del caño y el contenido del hoyo de corrosión se analizó con microscopio electrónico de rastreo (SEM-Scanning Electron Microscope) o por



espectroscopía de dispersión de energía de rayos X (EDS - energy dispersive spectroscopy).

Los elementos de particular interés están tabulados más abajo.

Elemento	Capa Superior	Capa inferior
Carbono	1,6%	1,9%
Oxígeno	1,0%	0,8%
Azufre	0,9%	1,3%
Cloro	7,3%	3,3%

La baja concentración de oxígeno en el contenido del hoyo, confirmó que una gran parte de ellos eran fragmentos de acero no corroído. El contenido de carbono confirma la presencia de carbonatos. El alto contenido de cloro fue evidencia de ataque por ion cloro. El contenido de azufre parece ser debido a presencia de iones sulfato en el agua de formación.

La muestra de tubo, se cortó por la mitad del hueco corroído y el acero circundante, se montó y pulió de tal manera que el acero pudiera ser examinado en su interfase con el producto de corrosión en el hueco. Se observó que la corrosión progresó en forma de huecos profundos y penetrantes, casi como fisuras, que se fueron separando como agujas de acero en el hoyo de corrosión.

Se sometió la superficie a solución nital (ácido nítrico y alcohol) y examinada bajo un metalógrafo se mostró que el proceso de corrosión destruyó selectivamente la fase de cementita del acero.



El mecanismo de corrosión consistió en un ataque a la partícula de cementita y en la formación de una fractura a través de la ferrita hasta la próxima partícula de cementita. La fase ferrítica, que constituye la mayor parte del acero, ha sido depositada en el hueco de corrosión sin sufrir ataque.

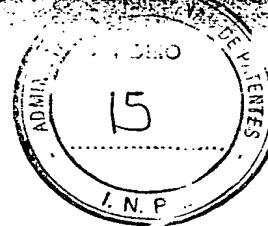
Dado el mecanismo de corrosión, es comprensible la rapidez de la penetración en la pared del tubo.

#### ENSAYO COMPARATIVO

En condiciones similares, se usaron tubos compuestos conforme a la presente invención en que el espesor del revestimiento interior de material plástico obtenido mediante una manga prefabricada era de 1,5 mm.

Después de 6 meses de servicio similar, no se observó perforación alguna.- Al cortar algunos tubos se observaron rayaduras en el material plástico, probablemente causadas por abrasión por arenas arrastradas por la mezcla de petróleo y agua, pero ninguna de ellas tenía profundidad suficiente para llegar hasta el caño de acero.- Al retirar el material plástico, no se observó ataque alguno al caño de acero.

Descripta que ha sido la naturaleza de la presente invención y la manera de llevarla a la práctica, se declara que lo que se reivindica como de invención y propiedad exclusiva, es: -----

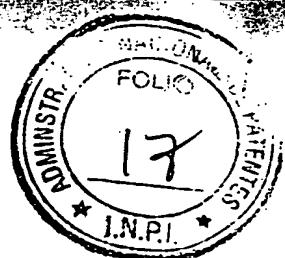
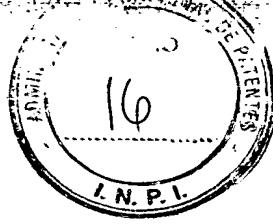


### REIVINDICACIONES

1.- Tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento resistente a agentes agresivos, particularmente de material plástico, CARACTERIZADO porque el revestimiento interior está constituido por una manga prefabricada de material plástico expandida dentro del tubo metálico contra su superficie interior, con interposición de un medio adhesivo y transmisor de esfuerzo mecánico capaz de transmitir presión interior en la manga de material plástico al tubo metálico y de impedir el colapso de la manga de material plástico en ausencia de presión interior.

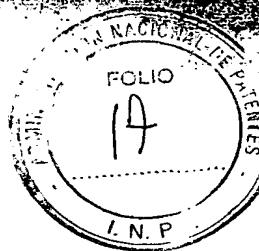
2.- Procedimiento de fabricación de un tubo compuesto según la presente invención CARACTERIZADO por introducir una manga prefabricada de material plástico dentro de un tubo metálico, con interposición de un medio adhesivo y transmisor de esfuerzo mecánico.

3.- Procedimiento de fabricación de un tubo compuesto según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque la manga prefabricada de material plástico tiene un perímetro exterior igual o menor que el perímetro interior del tubo metálico, dicha manga prefabricada de material plástico, en estado sustancialmente aplastado o poco expandida se aprisiona por uno de sus extremos y se arrastra al interior del tubo metálico, habiendo aplicado previamente un adhesivo sobre su superficie exterior o aplicando el adhesivo a medida que



avanza dentro del tubo metálico, una vez que la manga prefabricada de material plástico está introducida totalmente o al menos en su mayor extensión dentro del tubo metálico, se obturan sus dos extremos y se la expande mediante presión interior hasta que apoye uniformemente contra la superficie interior del tubo metálico, manteniendo la presión hasta el curado del adhesivo.

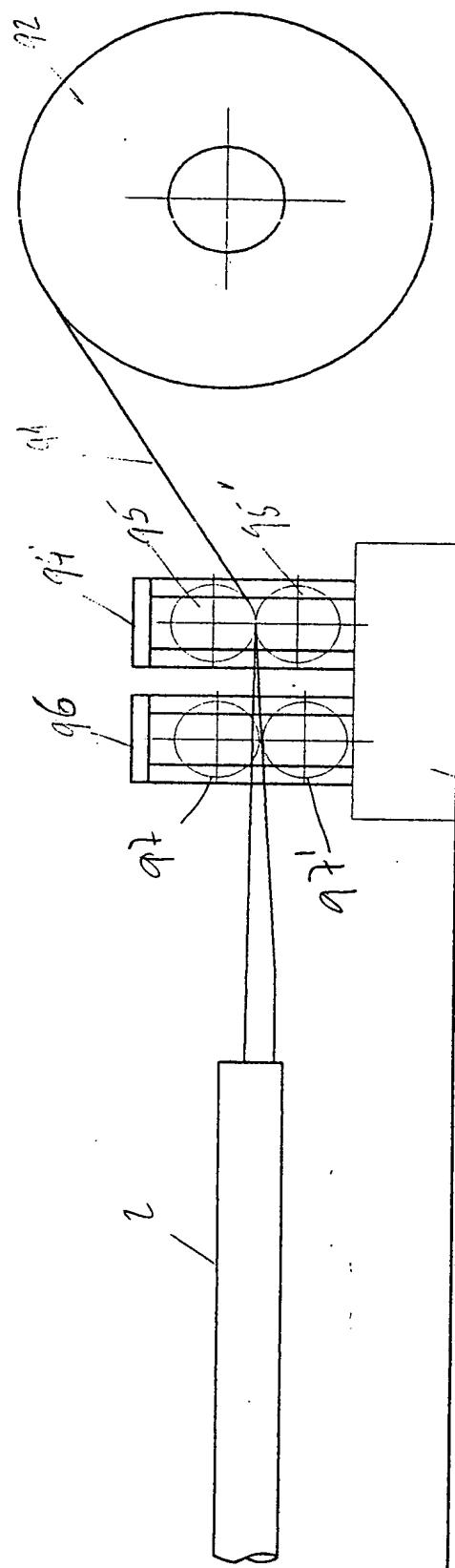
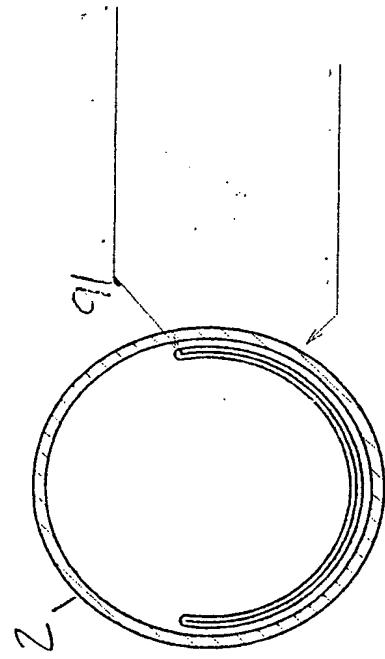
4.- Procedimiento de fabricación de un tubo compuesto según la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque la manga de material plástico flexible, la cual se encuentra enrollada en estado plegado en una bobina y cuyo perímetro exterior es levemente menor que el perímetro interior del tubo metálico, es desenrollada de la bobina por medio de un tren de rodillos cuyo primer par de rodillos cilíndricos de tracción, cuyos rodillos se encuentran próximos a la bobina y comprimen entre sí a la manga, y cuyo otro par de rodillos formadores, dispuestos a continuación, presenta rodillos cuyas generatrices son respectivamente cóncava y convexa, y mutuamente congruentes, siendo la manga curvada en forma aproximadamente semicircular, introducida en el tubo metálico por medio de la impulsión del mismo tren de rodillos, hasta sobresalir el extremo de la manga por el extremo opuesto del tubo metálico; siendo a continuación cortada la manga aun plegada en forma semicircular entre el tubo metálico y el tren de rodillos de manera que el correspondiente extremo

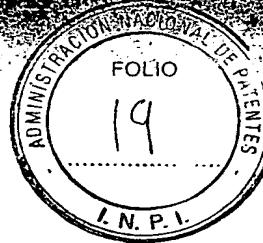


sobresalga del tubo metálico; siendo la manga desplegada parcialmente por ambos extremos sobresalientes, obturada por ambos extremos, llenado con un fluido de calentamiento, calentada con dicho fluido operativo y finalmente expandida contra la superficie interior del tubo metálico mediante dicho fluido bajo presión hidráulica.

5.- Uso de un tubo compuesto según la reivindicación 1 y/o fabricado por el procedimiento de las reivindicaciones 2 a 4, CARACTERIZADO porque se realiza para la conducción de fluidos química y/o mecánicamente agresivos.

Buenos Aires,





R E S U M E N

Tubo compuesto formado por un tubo metálico en cuyo interior se encuentra un revestimiento resistente a agentes agresivos, particularmente de material plástico, que se caracteriza porque el revestimiento interior está constituido por una manga prefabricada de material plástico expandida dentro del tubo metálico contra su superficie interior, con interposición de un medio adhesivo y transmisor de esfuerzo mecánico capaz de transmitir presión interior en la manga de material plástico al tubo metálico y de impedir el colapso de la manga de material plástico en ausencia de presión interior.

Procedimiento de fabricación de dicho tubo compuesto y su uso.



*Ministry of Economy  
and Public Works and Services  
National Institute of Industrial Property*

## **CERTIFICATE OF FILING**

**SERIAL N° P 02 01 03202**

The Commissioner of the National Administration for Patents certifies that on AUGUST 26, 2002, it has been filed in the name of FORMAR S.A., with address in BUENOS AIRES, ARGENTINE REPUBLIC (AR)

an application for Invention Patent related to: "COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH INNER LINING RESISTANT TO AGGRESSIVE AGENTS, METHOD FOR MANUFACTURING SAID PIPE, AND USE THEREOF"

which description and drawings enclosed are a true copy of the papers filed at the National Institute of Industrial property.

It is hereby certified that annexed hereto in NINETEEN leafs is a true copy from the records of the National Administration for Patents of the Argentine Republic of those papers of the above identified application for Invention Patent.

BY REQUEST OF THE APPLICANT AND ACCORDING TO STATEMENTS OF THE PARIS CONVENTION (LISBON 1958), APPROVED BY LAW 17,011, THE PRESENT CERTIFICATE OF FILING IS ISSUED IN BUENOS AIRES, ARGENTINE REPUBLIC, ON THIS DAY 11 OF THE MONTH OF SEPTEMBER OF 2003.

(Signed): Dr. EDUARDO R. ARIAS  
Deputy Commissioner  
National Administration for Patents

**DESCRIPTION  
OF  
INVENTION PATENT**

for:

**COMPOSITE PIPE FORMED BY A METALLIC PIPE WITH  
INNER LINING RESISTANT TO AGGRESSIVE AGENTS, METHOD  
FOR MANUFACTURING SAID PIPE, AND USE THEREOF**

REQUESTED BY:

**FORMAR S.A.**

WITH ADDRESS IN:

**Av. Vélez Sarsfield No. 602, C1282AFT Buenos Aires - ARGENTINA**

**FOR A TERM OF: twenty YEARS**

This invention relates to a composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining of plastic material, which is resistant to corroding agents due to the plastic material properties, but which also has resistance to internal and external pressure mainly defined by the metallic pipe characteristics.

This invention also relates to a method to manufacture said composite pipe.

Up to date the inner lining of metallic tubes, for example for steel pipelines, constitutes a labor-consuming and expensive work. This lining is generally carried out using nylon or epoxi paints curable at low temperatures, about 65°C, applying the powdered resin by means of electrostatic systems and heating the pipe up to about 200°C, or using phenolic epoxi curable at about 220°C.

The following problems arise when using this type of paints:

1. Surfaces have to be prepared by sand or shot blasting to attain a clean surface quality to grade 2 1/2 of the Swedish Norm for steel cleaning. This means almost bright steel with a surface roughness which improves paint sticking.
2. Lining application is carried out in one or more layers according to the product used, curing each layer, to obtain a thickness between 250 and 350 microns. With greater thickness the lining becomes brittle and sensible to deformations due to the pipe handling, especially bending, as the pipes are 11 to 13-m long.
3. Generally, pipes are stored in stowages until their use. The adequate tools to move them or to load them from the stowages are not always available, and it is common practice to use a lever at one end to raise the pipe to pass a sling underneath, or to move them. This may cause damage to the lining coat, leaving the steel bare or

sensibly reducing the thickness of the protective coat.

4. In some cases, the fluid to be conveyed through the pipes carries solid particulates in suspension, and after a time this may erode the lining coat, drastically reducing the lining duration, because of its small thickness.

All these difficulties inclined users to prefer other types of pipes manufactured from materials with better chemical resistance and which show safer results, e.g. thermoset resins reinforced with glass fibers.

These pipes can be joined only by means of screwed joints or flanges. As fluids are conveyed with pressure between 20 and 140 bar, the wall thickness necessary for this type of materials make their cost equal or greater than a coated steel pipe. Also, these materials do not have good resistance to collapse due to external pressure or flectional fatigue, because resistance to the internal pressure is attained by crossed glass fiber meshing fixed with resin..

Other plastic materials resistant to corroding agents are polyalkylenes, which have the following temperature limits:

1. Up to 70°C of service: polyethylene
2. Up to 100°C of service: polypropylene
3. Up to 140°C of service: thermocured resins reinforced with glass fibers.

Pipes made of these plastic materials do not have enough resistance to internal pressure in standard thickness. In most cases their resistance to internal pressure is not more than 10 bar.

This problem could be solved by means of an outer metallic casing, but these plastic pipes with metallic outer reinforcement, e.g. of wire netting or helicoidal wire, are not adequate for long pipelines (several kilometers) made up of joined sections 11 to 13 m-long. This can only be practically attained using metallic pipes, seamed or seamless.

Therefore, the problem was to combine a prefabricated pipe

of plastic material with a thickness not greater than the necessary to resist erosion or attacks caused by corrosive agents, with a metallic pipe, to obtain a composite pipe with good resistance to corrosion and pickling, chemical and/or mechanical, attained by the plastic material. Also, the pipe should have resistance to internal pressure as well as compression stress, this attained by the metallic pipe.

Another problem was assembling a pipeline made of metallic pipes with inner lining of plastic material, by means of sleeves or packing rings located in the joint area, and obtaining a completely smooth inner surface.

It has already been proposed to manufacture these composite pipes by inserting a prefabricated pipe of plastic material into a metallic pipe, loosely enough to allow the plastic pipe to be inserted easily, then filling up the space with an adequate material. However, if metallic pipes have a large diameter it is often difficult to obtain plastic material pipes with a diameter large enough, or the cost of the necessary tools to extrude this large diameter plastic material pipes is too expensive that advantages of this technique are offset.

This problem is solved by the present invention by means of a composite pipe formed by a metallic pipe with an inner lining resistant to corrod़ing agents, in particular made of plastic material, the inner lining consisting of a prefabricated sleeve of plastic material which is expanded inside the metallic pipe against its interior surface, interposing an adhesive means able to transmit mechanical loads, to transmit the internal pressure inside the plastic material sleeve to the metallic pipe, preventing the plastic material sleeve collapse due to internal pressure.

A plastic material sleeve can be fabricated using conventional methods, e.g. extrusion, with adequate diameter and thickness, at a relatively reduced cost.

The prefabricated plastic material sleeve may have the most adequate thickness to resist during the necessary period the attack by chemical and/or mechanical agents contained in the fluids to be conveyed by the piping formed using the composite pipes of the present invention, so long as it maintains enough flexibility to allow its expansion against the interior surface of the metallic pipe. On the other hand, the exterior metallic part of the composite pipe shall have a thickness adequate to resist the internal pressure of the fluid to be conveyed as well as to resist compression stresses due to external loads.

The manufacturing method of a composite pipe according to this invention is CHARACTERIZED by inserting a prefabricated plastic sleeve into a metallic pipe, interposing an adhesive means capable to transmit mechanical loads.

In a first embodiment of the invention method, the prefabricated plastic material sleeve has an outer perimeter equal to or less than the inner perimeter of the metallic pipe. Said prefabricated plastic material sleeve, substantially folded or slightly expanded, is grasped by one of its ends and dragged into the metallic pipe, having previously applied an adhesive on its outer surface, or applying the adhesive as the sleeve is dragged into the metallic pipe. Once the prefabricated plastic material sleeve is almost or totally inserted into the metallic pipe, both ends are sealed, applying internally a fluid under pressure until the sleeve evenly abuts the inner surface of the metallic pipe. The internal pressure is maintained until the adhesive is set.

According to another embodiment of the invention, the sleeve is made from a plastic material which is sufficiently flexible to allow its being coiled for storage. The sleeve is uncoiled by means of a cylinder train. The first pair of drawing cylinders are located next to the coil to maintain the

sleeve under compression. Next, a pair of forming cylinders, which have mating cylinders with respective concave and convex generatrix, between which the sleeve is curved to a semicircular shape, push the sleeve into the metallic pipe until it protrudes from the opposite end of the metallic pipe. Then the sleeve, still folded and curved in a semicircular shape, is cut between the metallic pipe and the cylinders leaving a corresponding end protruding from the metallic pipe. The sleeve is then sealed at both ends, already partially unfolded, and a heating fluid is injected with a temperature enough to provide the sleeve with sufficient flexibility to be expanded against the inner surface of the metallic pipe under hydraulic pressure.

The present invention will be further described with reference to an exemplary embodiment together with the following drawings, in which:

Figure 1 is an arrangement to manufacture a composite pipe.

Figure 2 is a cross section of the metallic pipe showing the step where the sleeve is being inserted.

Figure 3 shows respective flanges applied to the metallic pipe and to the sleeve.

A flexible plastic material sleeve 91 is used, folded in a coil 92.

The outer perimeter of sleeve 91 is less than or equal to the inner perimeter of the metallic pipe. The flexible plastic material sleeve 91, folded, is uncoiled from coil 92 by means of a cylinder train 93 formed by at least two pairs of cylinders. The first pair of cylinders 94, next to coil 92, is formed by two opposite cylinders 95, 95', which press sleeve 91 between them. At least a second pair of forming cylinders is constituted by an upper cylinder 97, convex-shaped, and a lower cylinder 97', concave-shaped, being the plastic material sleeve formed in the gap between both cylinders 97, 97' to a

curved shape, approximately semicircular.

The metallic pipe 2 is supported on a workbench (not shown) so that one of its ends is next to and aligned with the sleeve exiting the cylinders train 93.

The cylinders train 93 uncoils sleeve 91 from coil 92 pushing it into the metallic pipe 2 until the sleeve protrudes from the opposite end.

The cylinders train 93 is then stopped, sleeve 91 is cut between the metallic pipe and the cylinders train, preferably next to the corresponding end of the metallic pipe 2. Both ends of the plastic material sleeve, which are still folded in semicircular shape, are then unfolded, and they are sealed with corresponding flanges 61, 61'. Then, the plastic material sleeve 91, already inserted into the metallic pipe, is heated by means of a heating fluid injected through at least one flange, and expanded applying pressure by means of the same heating fluid. Then the plastic material sleeve is cooled under pressure of the same fluid.

As an alternative, once the heating and pressure application stages to adapt the plastic material sleeve to the interior of the metallic pipe are finished, the injection of heating fluid is stopped, replacing it by compressed air to maintain the inner pressure during cooling stage through the walls of the plastic material sleeve.

This alternative allows the use of thinner sleeves.

#### Example of application

A pipeline was build using composite pipes according to the present invention, to convey oil, comparing its behavior with a reference pipeline built by conventional techniques.

The reference pipeline had a length of 1800 meters, and was intended to convey a mixture of oil and formation water on an elevation about 100 meters over the level of a pumping station.

The steel pipe had a diameter of 30 cm, and a wall thickness of 6.35 mm. It was lined with nylon 11 with a 250- $\mu$ m thickness. Before start-up, the lining was damaged trying to remove stones and boulders from the pipeline using a pipe scraper (pig).

After about four months of service, the pipeline was perforated due to local corrosion at the elevation ridge.

The area of maximum elevation suffered severe corrosion in those points where the lining had been damaged. Corrosion was less evident in other lower places. The pipeline conveyed a flow of 6000 m<sup>3</sup> a-day under a working pressure of 30 bar and a temperature of 30°C.

#### Preliminary examination of pipeline samples

Samples of the reference piping were examined. Microscopic evaluation of the nylon 11 lining in the samples showed good adhesion to the metallic substrate. Upon separation of the lining from the steel, the steel surface was free from contamination or corrosion, having a well-defined shot blasting profile. Cross section of the lining showed about 5% porosity in closed cells with pores up to 25  $\mu$ m-diameter.

The lining underwent mechanical damage, which caused scratches on the lining which reached the metal. One 10 mm-long/3 mm-wide scratch on the lining was examined using stereoscopic magnifying glass. Upon removal of the lining, it was found that a circular corrosion hole of 10 mm in diameter and 3 mm in depth had been formed under it. The base of the hole was rounded with stepped walls.

The corrosion product present in the hole was a brown-black mass, which bubbles over slightly in 10%-acetic acid, indicating the presence of iron carbonate III base. The corrosion product was partially soluble in 10%-hydrochloric acid.

The dark matter was ferromagnetic, formed by thin needle-

shaped crystals, which could have been the result of a selective corrosion in certain steel phases. The hole also contained a small quantity of earth.

When the upper layer of the corrosion product was removed, a darker glassy layer was found touching the steel. Half of the hole and surrounding steel was cut from the pipe sample, and the content of the corrosion hole was analyzed using a electronicroscope scanning by X-ray energy dispersive spectroscopy (EDS).

Elements of particular interest are shown in the following table.

Element	Upper layer - %	Lower layer - %
Carbon	1,6	1,9
Oxygen	1,0	0,8
Sulfur	0,9	1,3
Chlorine	7,3	3,3

The low oxygen concentration in the hole content confirmed that a great part were fragments of non-corroded steel. Carbon content confirm the presence of carbonates. The high content of chlorine was evidence of chlorine ion pickling. The sulfur content is apparently due to the presence of sulfate ions in the formation water.

The pipe sample was cut in the middle of the corroded hole and surrounding steel, it was assembled and polished in a way that allowed the steel to be examined in the interface with the corrosion product in the hole. It could be observed that corrosion advanced as deep and penetrating holes, almost as cracks, which separated as steel needles in the corrosion hole.

The surface was subject to a treatment with natal solution (nitric acid and alcohol), and examined under metallographer it showed that the corrosion process selectively destroyed the cementite phase of steel.

The corrosion process comprised an attack to the cementite particle and formation of a fracture through the ferrite until reaching the next cementite particle. The ferritic phase, which constitutes the major part of steel, has been deposited undamaged in the corrosion hole.

This corrosion process explains the speed of penetration in the pipe wall.

#### Comparative test

Composite pipes with a thickness of the inner plastic material pipe of 5 mm according to the present invention were used under similar conditions.

After 6 months of similar service, no perforation was observed. After cutting, some of the pipes showed scratches on the plastic material, which were probably the result of abrasion caused by sand drawn by the mixture of oil and water, but none of them were deep enough to reach the steel pipe. When the plastic material was removed, no damage could be observed on the steel pipe.

Having described the nature of the present invention and the manner to carry out same, it is stated that what is claimed as exclusive invention and property is:

## CLAIMS

1. Composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining, in particular of plastic material, resistant to corroding agents, CHARACTERIZED in that said inner lining is constituted by a prefabricated plastic material sleeve which is expanded inside the metallic pipe against its inner surface, interposing an adhesive means able to transmit mechanical loads, in order to transmit the internal pressure in the plastic material sleeve to the metallic pipe, preventing collapse of the plastic material sleeve when lacking internal pressure.

2. Manufacturing method of a composite pipe according to the present invention, CHARACTERIZED in that a prefabricated plastic material sleeve is inserted into a metallic pipe, interposing an adhesive means to transmit mechanical loads.

3. Manufacturing method of a composite pipe according to claim 2, CHARACTERIZED in that the prefabricated plastic material sleeve has an outer perimeter equal to or less than the inner perimeter of the metallic pipe, being said prefabricated plastic material sleeve grasped by one of its ends and dragged into the metallic pipe, applying an adhesive on its outer surface before or during its insertion into the metallic pipe; once the prefabricated plastic material sleeve is totally inserted into the metallic pipe, or at least its greater portion, both ends are sealed and the sleeve is expanded internally using a fluid under pressure until it evenly abuts the inner surface of the metallic pipe, the pressure being maintained until curing of the adhesive.

4. Manufacturing method of a composite pipe according to claim 2, CHARACTERIZED in that the flexible plastic material sleeve with an outer perimeter slightly less than the inner perimeter of the metallic pipe, folded in a coil, is uncoiled by means of a cylinders train, with a first pair of drawing cylinders located next to the coil pressing the sleeve, and a

second pair of forming cylinders, located next to the metallic pipe, which have respective concave and convex generatrix, the semicircular-shaped sleeve is inserted into the metallic pipe by the impulsion of the cylinders train until the end protrudes from the opposite end of the metallic pipe; the sleeve is then cut still folded in semicircular shape between the metallic pipe and the cylinders train, protruding the sleeve from the metallic pipe; then the sleeve is partially unfolded at both ends, sealed, and a heating fluid is injected to heat the sleeve, which is then expanded against the inner surface of the metallic pipe by means of said heating fluid under hydraulic pressure.

5. Use of a composite pipe according to claim 1 and/or manufactured by the method of claims 2 thru 4 for conveying chemical and/or mechanically aggressive fluids.

Buenos Aires,

## ABSTRACT

Composite pipe formed by a metallic pipe with inner lining, in particular of plastic material, resistant to corroding agents, wherein the inner lining is constituted by a prefabricated plastic material sleeve which is expanded inside the metallic pipe to abut its inner surface, interposing an adhesive means capable of transmitting mechanical loads to transmit the internal pressure in the plastic material sleeve to the metallic pipe, preventing collapse of the plastic material sleeve when lacking internal pressure. Also, a method for manufacturing said composite pipe and its use.

MANFREDO S. BAUMATZ  
JOSÉ ALBERTO KUKLIS  
MANFREDO C. MUCHALL  
  
FABIAN GUSTAVO KUKLIS  
MARCELA SÁNCHEZ PAZ

**MUCHALL**  
AGENTES DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL  
ABOGADOS  
ESTABLECIDOS EN 1916

JUAN MUCHALL Y CIA. S.C.  
Av. de Mayo 560  
C1084AAN - Buenos Aires - Argentina  
Teléfonos: (54-11) 4331-7995 / 1563  
4343-8645  
Telefax: (54-11) 4343-2989  
E-mail: muchall@datamarkets.com.ar

Buenos Aires, September 15, 2003

GOWLING LAFLEUR HENDERSON LLP  
Suite 2600  
160 Elgin Street  
Ottawa, Ontario

Attn. Mr. Bruce E. Morgan

Re: FORMAR S.A. - Patent Application in Canada - Serial No. P 02 01 03202

Your ref.: 08-898582CA  
Our ref.: 13356 (prov)

Dear Mr. Morgan,

With reference to the above-mentioned patent application and your Mr. Dudley's e-mail of August 25, 2003, we are enclosing the Certificate of Filing issued by the Argentine PTO with the corresponding English translation.

Kindly acknowledge receipt of these documents.

Yours very truly,

**MUCHALL**

Ing. Manfredo C. Muchall

PS: Please issue invoices in the name of:

JUAN MUCHAL Y CIA.  
Avda. de Mayo 560 - 7°  
C1084AAN Buenos Aires  
Argentina

mva